



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 01 071.8

Anmeldetag: 14. Januar 2003

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft,
München/DE

Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren zum Einstellen der
Brennfleckposition einer Röntgenröhre

IPC: H 05 G, H 01 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 04. Dezember 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Letang

Letang

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zum Einstellen der Brennfleckposition einer Röntgenröhre

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Einstellen der Brennfleckposition des Elektronenstrahls auf der Anode einer Röntgenröhre.

10 In Röntgeneinrichtungen werden zur Erzeugung von Röntgenstrahlung Röntgenröhren verwendet. In der Röntgenröhre werden Elektronen von einer Kathode durch ein elektrisches Feld mit der Röntgenspannung auf eine Anode beschleunigt. Beim Auftreffen auf die Anode erzeugen die Elektronen infolge ihrer
15 kinetischen Energie charakteristische Röntgenstrahlung. Richtung und Gestalt des erzeugten Röntgenstrahls werden durch die Beschaffenheit und Ausrichtung der Oberfläche der Anode sowie durch Richtung und Brennfleck-Position des Elektronenstrahls beim Auftreffen auf die Anode bestimmt. Um einen gebündelten und intensiven Röntgenstrahl in der gewünschten
20 Richtung zu erzeugen, wird der Elektronenstrahl daher fokussiert und auf eine bestimmte Stelle der Anoden-Oberfläche gerichtet.

25 Während zur Fokussierung des Elektronenstrahls auch elektrische Felder verwendet werden, wird dessen Ablenkung vor allem durch magnetische Felder bewirkt. Diese werden durch Ablenkspulen erzeugt, die zwischen Kathode und Anode um den Elektronenstrahl bzw. die Röntgenröhre herum angeordnet sind. Je
30 nach Anforderungen an die Schärfe der Fokussierung, an die Komplexität der Brennfleck-Kontur und an die Möglichkeiten zur Ablenkung des Elektronenstrahls werden ein oder mehrere Ablenkspulen vorgesehen.

35 Das durch die Spulen erzeugte Magnetfeld wird durch den Spulenstrom variiert. Variationen des Spulenstroms bewirken also Variationen der Brennfleck-Position. Bei Anwendungs-bedingten

Änderungen der Röntgenspannung, mit der die Elektronen von der Kathode zur Anode der Röntgenröhre beschleunigt werden, muss der Spulenstrom ebenso verändert werden, um die Beibehaltung der Brennfleckposition zu erreichen; insofern wird
5 der Spulenstrom in Abhängigkeit von der Röntgenspannung variiert.

Zur dauernden Beibehaltung der gewünschten Brennfleck-Position muss der Spulenstrom der Röntgenspannung ausreichend
10 schnell nachgeführt werden. Er muss außerdem ausreichend exakt nachgeführt werden, um eine stabile Brennfleckposition zu gewährleisten. Darüber hinaus müssen Schwankungen der Röntgenspannung durch Änderungen des Spulenstroms korrigierbar sein und eine geeignetes Verhalten bei Zusammenbrüchen der
15 Röntgenspannung infolge von Röhrenüberschlägen gewährleistet werden.

Unabhängig davon, wie die elektrischen oder magnetischen Felder zur Ablenkung des Elektronenstrahls erzeugt werden, muss
20 deren Feldstärke also die jeweils aktuell herrschende Röntgenspannung berücksichtigen. Die Röntgenspannung kann entweder vom Röntgengenerator abgegriffen werden, was eine zusätzliche Verbindung zwischen Generator und Ablenkeinrichtung erfordert, oder sie kann von der momentan an der Röntgenröhre
anliegenden Spannung abgegriffen werden. Dazu wird entweder
an der Röntgenröhre oder am Röntgengenerator sowohl anoden- als auch kathodenseitig ein Spannungsteiler zwischen die jeweilige Hochspannung und Masse angeschlossen, von dem ein der
Röntgenspannung proportionales Signal abgegriffen werden
30 kann.

Aus diesem Signal wird von einer Steuerelektronik entsprechend einer gespeicherten Kennlinie ein Steuersignal erzeugt, das die Stärke der elektrischen oder magnetischen Felder zur
35 Ablenkung des Elektronenstrahls einstellt. Falls mehrere Ablenkeinrichtungen in unterschiedlicher Orientierung vorhanden sind, wird gegebenenfalls auch die Orientierung der Ablenkung

durch die Kennlinien berücksichtigt. Es handelt sich dabei um eine Steuerung im klassischen Sinn, bei der keine gegenseitige Abhängigkeit zwischen der Brennfleckposition als gesteuerter Größe und dem Ablenk-Feld als gesteuertem Parameter besteht.

Die Spannungsteiler zum Abgriff des der Röntgenspannung proportionalen Signals stellen Streukapazitäten dar, die zeitkritisch und störungsanfällig sind. Auch die elektrische Verbindung zwischen Ablenksteuerung und dem Abgriff des Hochspannungssignals weist Streukapazitäten und Störinduktivitäten als mögliche Fehlerquellen auf. Nicht zuletzt bilden Fertigungstoleranzen der Röntgenröhre, Schwankungen in der Spannungsversorgung des Röntgengenerators und sonstige nicht vorhersehbare Störeinflüsse Fehlerquellen. Sämtliche dieser nicht vorhersehbaren Störeinflüsse können in der für die Ablenk-Steuerung gespeicherten Kennlinie keine Berücksichtigung finden und daher nicht von vorneherein kompensiert werden.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, durch die die Brennfleckposition in einer Röntgenröhre so eingestellt wird, dass nicht nur die vorhersehbaren, sondern auch sämtliche nicht vorhersehbaren Variationen und Schwankungen der für die Brennfleckposition maßgeblichen Einflussgrößen schnell und zuverlässig kompensiert werden.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, die die Einstellung der Brennfleckposition in einer Röntgenröhre ohne Messung der Röntgenspannung ermöglichen.

Die Erfindung löst diese Aufgaben durch ein Verfahren mit den Merkmalen des 1. Patentanspruchs und durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des 3. Patentanspruchs.

Es ist ein Grundgedanke der Erfindung, die Einstellung der Brennfleckposition der Röntgenröhre durch eine Regelung anstelle einer Steuerung vorzunehmen. Regelung bedeutet dabei im klassischen Sinn, dass die Einstellung der Brennfleckposition als Regelgröße anhand eines Regelparameters vorgenommen wird, wobei der Regelparameter wiederum in Abhängigkeit von der Regelgröße eingestellt wird. Regelparameter und Regelgröße beeinflussen sich in der Regelung also gegenseitig.

- 10 Die Regelung der Brennfleckposition hat den Vorteil, dass sämtliche vorhersehbaren und nicht vorhersehbaren Störeinflüsse auf die Einstellung der Brennfleckposition automatisch kompensiert werden. Darüber hinaus werden Zeitverluste, die bisher durch die Messung der Röntgenspannung und die anschließende Ermittlung von Werten aus einer gespeicherten Kennlinie auftraten, vermieden. Außerdem kann durch die Regelung auf die Messung der Röntgenspannung und die dafür erforderlichen elektrischen Verbindungen verzichtet werden, wodurch die damit verbundenen Störeinflüsse vermieden werden.
- 15 Nicht zuletzt werden eventuell innerhalb des Regelkreises auftretende Störeinflüsse durch die Regelung selbst automatisch kompensiert.
- 20

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, Sensoren vorzusehen, die ein Signal messen, das die Brennfleckposition widerspiegelt. Dieses Signal wird als Regelgröße für die Ablenk-Regelung verwendet, in dessen Abhängigkeit die Stärke der elektrischen oder magnetischen Felder zur Ablenkung des Elektronenstrahls als Regelparameter variiert wird. Damit steht dem Regelkreis ein die Regelgröße repräsentierendes Signal unmittelbar zur Verfügung.

30

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, die Regelgröße, also das Signal für die Brennfleckposition, ohne Berührung zur Röntgenröhre oder zur Anode der Röntgenröhre zu messen. Die Messung kann entweder am Röntgenstrahl selbst oder optisch durch Temperaturmessung an der A-

35

node erfolgen. Dadurch kann die Verwendung aufwändiger Verbindungstechnologien zwischen den Signal-Detektoren des Regelkreises und der Röntgenröhre vermieden werden. Außerdem werden Störeinflüsse, die durch solche Verbindungen verursacht würden, vermieden.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, als Signal für die Brennfleckposition die Intensität des Röntgenstrahls orts aufgelöst zu messen. Dieser Gedanke gründet auf der Erkenntnis, dass Orientierung und Position des Röntgenstrahls von der Brennfleckposition abhängen. Die Verwendung der Röntgenstrahl-Intensität als Regelgröße hat den Vorteil, dass die Messung an dem eigentlichen Gegenstand des Interesses, nämlich am Röntgenstrahl selbst, vorgenommen wird. Daher können jegliche Fehler, die in die Erzeugung des Röntgenstrahls eingehen, erfasst und kompensiert werden, gleichgültig an welcher Stelle der Erzeugung des Röntgenstrahls sie auftreten. Außerdem wird der Vorteil erreicht, dass die Sensoren unaufwändig und preisgünstig sind und leicht integriert werden können, da ihre Platzierung nicht kritisch ist.

Eine andere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, als Regelgröße die Temperatur der Anode orts aufgelöst zu messen. Die Messung erfolgt optisch, z.B. durch Infrarotkameras, und beruht auf der Erkenntnis, dass die Anode durch den auftreffenden Elektronenstrahl stark erwärmt wird und im Brennfleck selbst die größte Temperatur herrscht. Die Verwendung dieses Signals hat den Vorteil, dass es die Regelgröße unmittelbar widerspiegelt. Dadurch werden Störeinflüsse durch eine mittelbare, indirekte Messung der Regelgröße aus dem Regelkreis eliminiert.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand von Figuren erläutert. Es zeigen:

FIG 1 Röntgenröhre mit Elektronen- und Röntgenstrahl,

5

FIG 2 schematischer Aufbau zur Regelung der Brennfleckposition mittels Intensitäts-Messung,

FIG 3 schematischer Aufbau zur Regelung der Brennfleckposition mittels optischer Temperaturmessung.

10

Figur 1 zeigt schematisch einen Aufbau zur Regelung der Brennfleckposition einer Röntgenröhre 1. In der Röntgenröhre 1 werden Elektronen durch die Kathode 3 emittiert und aufgrund der angelegten Röntgenspannung zur Anode 5 beschleunigt. Die Elektronen verlassen die Kathode 3 bereits fokussiert und bilden daher einen Elektronenstrahl 7. Der Elektronenstrahl 7 wird durch Ablenkspulen 9 abgelenkt und zeigt daher einen gekrümmten Strahlengang. Obwohl Ablenkspulen 9 zur Ablenkung des Elektronenstrahls 7 üblich sind, können statt dessen auch Ablenkplatten oder andere Einrichtungen zur Erzeugung von elektromagnetischen Feldern verwendet werden.

15

20

Der Elektronenstrahl 7 trifft im Brennfleck 11 auf die Anode 5. Die Position des Brennflecks 11 hängt von der Stärke des durch die Ablenkspulen 9 erzeugten Ablenkfeldes sowie von der durch die Röntgenspannung verursachten kinetischen Energie der Elektronen ab. Die Breite des Elektronenstrahls 7 kann durch zusätzliche Maßnahmen zur Fokussierung beeinflusst werden. Beim Auftreffen auf die Anode 5 erzeugen die Elektronen charakteristische Röntgenstrahlung. Außerdem wird die Anode 5 im Brennfleck 11 erwärmt.

30

Die erzeugten Röntgenstrahlen werden von der Anode 5 in einem Röntgenstrahl 13 abgestrahlt. Die Richtung bzw. Orientierung des Röntgenstrahls 13 hängt dabei wesentlich von der Richtung des Elektronenstrahls 7, von der Position des Brennflecks 11

35

sowie von der Beschaffenheit und Ausrichtung der Oberfläche der Anode 5 ab. Das Gleiche gilt für die räumliche Position des Röntgenstrahls 13. Eine Änderung der Ablenkung des Elektronenstrahls 7 bewirkt eine Verschiebung der Brennfleckposition 11 und damit des Ursprungsortes des Röntgenstrahls 13. Außerdem ändert sich der Winkel, unter dem der Elektronenstrahl 7 auf die Oberfläche der Anode 5 auftrifft, weshalb auch der Röntgenstrahl 13 unter geändertem Winkel von der Anode 5 abgestrahlt wird.

Der Röntgenstrahl 13 verlässt die Röntgenröhre 1 und läuft durch eine Blende 15, die einen Strahlengang von der Anode 5 zu dem zu untersuchenden oder zu behandelnden Patienten oder Objekt freigibt.

Figur 2 zeigt schematisch einen Aufbau zur Regelung der Brennfleckposition. Dargestellt ist lediglich ein Ausschnitt der Hälfte der Röntgenröhre 1 aus Figur 1. Der durch die Ablenkspulen 9 abgelenkte Elektronenstrahl 7 ist hier in zwei verschiedenen, alternativen Ablenkrichtungen dargestellt, einmal als durchgezogene Linie und einmal als gestrichelte Linie. Infolge dessen trifft der Elektronenstrahl 7 an zwei unterschiedlichen, alternativen Brennfleckpositionen 11 auf die Anode 5. Je nach Brennfleckposition 11 wird von der Anode 5 ein unterschiedlich ausgerichteter Röntgenstrahl 13 mit unterschiedlicher räumliche Position emittiert, wobei in der Figur 2 lediglich die unterschiedliche Position dargestellt ist, nicht jedoch eine unterschiedliche Richtung. Aus der Darstellung ist ersichtlich, dass die unterschiedliche Ablenkung des Elektronenstrahls 7 eine Verschiebung der Position des Röntgenstrahls 13 zur Folge hat.

Die Röntgenstrahlen 13 verlassen die Röntgenröhre 1 und laufen durch die Blende 15. Die Blende 15 gibt den Strahlengang zwischen Anode 5 und zu untersuchendem oder behandelndem Objekt oder Patienten frei und schirmt andere Austrittsrichtungen für Röntgenstrahlen 13 ab. Dabei weist sie einen so gro-

Ben Querschnitt auf, dass Richtung und Position der durchtretenden Röntgenstrahlen 13 immer noch variieren können.

Jenseits der Blende 15, also außerhalb der Röntgenröhre 1, sind zwei Fotodetektoren 17, 19 zur Positionsmessung des Röntgenstrahls 13 angeordnet. Als Fotodetektoren 17, 19 können Halbleiterdetektoren, organische Photodioden oder Szintillations-Kammern verwendet werden. Der Röntgenstrahl 13 tritt auf dem für ihn vorgesehenen Strahlengang zwischen den beiden Fotodetektoren 17 und 19 hindurch und streift sie dabei höchstens am Rande. Die nutzbare Intensität des Röntgenstrahls 13 wird dadurch nicht verringert. Die Fotodetektoren 17, 19 liefern bei dieser Konstellation ein geringes oder gar kein Ausgangssignal. Verschiebt sich der Röntgenstrahl 13 in die eine oder andere Richtung weg von dem für ihn vorgesehenen Strahlengang, so wird das Ausgangssignal eines der beiden Fotodetektoren 17, 19 größer und dasjenige des jeweils anderen kleiner oder bleibt verschwindend. Die Ausgangssignale der Fotodetektoren 17, 19 spiegeln also die Ausrichtung des Röntgenstrahls 13 und die Brennfleckposition 11 wieder.

Die Fotodetektoren 17, 19 sind mit einem Auswerte-Bauelement 21, z.B. einem Differenzverstärker, verbunden. Das Ausgangssignal des Komparators 21 spiegelt das Verhältnis der Ausgangssignale der Fotodetektoren 17, 19 zueinander und damit die Ausrichtung des Röntgenstrahls 13 wieder. Je nach Auslegung der Anordnung kann z.B. ein negatives Ausgangssignal auf eine Verschiebung des Röntgenstrahls 13 nach links hinweisen, ein positives Ausgangssignal auf eine Verschiebung nach rechts und ein verschwindendes Ausgangssignal auf die exakte Zentrierung des Röntgenstrahls 13.

Das Ausgangssignal des Komparators 21 wird einem Regler 23 zugeführt. Der Regler 23 erhält über einen weiteren Eingang, den Sollwert-Eingang 25, ein Sollwertsignal, das die gewünschte Position des Röntgenstrahls 13 im Verhältnis zu den Fotodetektoren 17, 19 widerspiegelt. In Abhängigkeit von der

Einhaltung oder vom Abweichen des Ausgangssignals von Komparator 21 vom Sollwert gibt der Regler 23 ein gleichbleibendes oder geändertes Ausgangssignal aus. Dieses wird durch eine Spulenstromquelle 27 verstärkt und geht als Spulenstrom der
5 Ablenkspule 9 zu.

Der dargestellte Aufbau arbeitet als Regelkreis, in dem der Regler 23 den Spulenstrom als Regelparameter verändert, in dessen Abhängigkeit sich eine veränderte Ablenkung des Elektronenstrahls 7 ergibt. Dadurch ändert sich die Regelgröße,
10 nämlich die Brennfleckposition 11 des Elektronenstrahls 7 auf der Anode 5. Die Regelgröße kann nicht direkt erfasst werden, sondern nur indirekt über die Position des Röntgenstrahls 13 durch die Fotodetektoren 17, 19. Diese indirekt erfasste Regelgröße wird dem Regler 23 zugeführt. Damit ist der Re-
15 gelkreis gleichwohl geschlossen, da auch die indirekt erfasste Regelgröße die tatsächliche Brennfleckposition 11 zuverlässig widerspiegelt. Die Zeitkonstante, mit der der Regelkreis arbeitet, bestimmt sich allein aus den Zeitkonstanten und Schaltzeiten der Bauelemente des Regelkreises selbst.
20 Hier ist vor allem die Abtastzeit durch die Fotodetektoren 17, 19 in Betracht zu ziehen, die möglichst kurz sein sollte. Der Komparator 21 arbeitet nahezu ohne zeitliche Verzögerung, der Regler 23 und die Spulenstromquelle 27 sollten hinreichend schnell ausgelegt sein.

Der Regelkreis bietet die für einen Regelkreis typischen Vorteile, die darin bestehen, dass Störeinflüsse innerhalb des Regelkreises automatisch kompensiert werden. Zum Beispiel
30 führen nicht beabsichtigte Schwankungen des Regelparameters, des Spulenstroms, zwar zu einer Änderung der Regelgröße, nämlich der Brennfleckposition 11, werden als solche jedoch durch die Fotodetektoren 17, 19 detektiert und deshalb wieder kompensiert. Schwankungen in der Röntgenspannung führen ebenfalls zu einer veränderten Brennfleckposition 11 und werden
35 genauso durch die Fotodetektoren 17, 19 detektiert und durch den Regelkreis kompensiert. Dies gilt für sonstige vor-

hersehbare und nicht vorhersehbare Störeinflüsse in gleicher Art.

Figur 3 zeigt schematisch eine andere Variante des Aufbaus zur Regelung der Brennfleckposition. Figur 3 zeigt den gleichen Ausschnitt wie Figur 2 mit im Wesentlichen den gleichen Komponenten. Anstelle der Fotodetektoren 17, 19 sind jedoch Infrarotkameras 29, 31 vorgesehen. Die Infrarotkameras 29, 31 sind so ausgerichtet, dass sie die Temperatur der Anode 5 an verschiedenen Positionen R1, R2 messen. Diese Messung erfolgt von außerhalb der Röntgenröhre 1, die zu diesem Zweck aus einem Infrarot-durchlässigen Material gefertigt ist oder ein Infrarot-durchlässiges Fenster aufweist.

Die auf die Anode 5 auftreffenden Elektronen bewirken aufgrund ihrer kinetischen Energie eine starke Erwärmung der Anode 5. Die Wärme verteilt sich auch, erreicht jedoch ihren Spitzenwert im Brennfleck 11. Daher sind je nach Ausrichtung des Elektronenstrahls 7 bzw. je nach Brennfleckposition 11 unterschiedliche Temperaturen in den unterschiedlichen Messpunkten R1, R2 zu messen. Die durch die Infrarotkameras 29, 31 gemessenen Positionen R1, R2 auf der Oberfläche der Anode 5 liegen so, dass der Elektronenstrahl 7 bei korrekter Ablenkung zwischen ihnen auftreffen sollte. Änderungen der Brennfleckposition 11 werden dann als Änderungen der Messsignale in R1, R2 wahrnehmbar. Die Temperatur-Messsignale bilden die Brennfleckposition zwar nur indirekt, aber ausreichend zuverlässig ab, um als Signal für die Regelgröße dienen zu können. Der Regelkreis arbeitet also auf Basis der Temperaturmessung ebenso wie auf Basis der Röntgen-Intensitätsmessung. Die Beschreibung der Funktion des Regelkreises ist daher analog zu der Beschreibung zu Figur 2 und wird daher nicht erneut wiedergegeben.

Der beschriebene einkanalige Regelkreis kann unter Verwendung weiterer Ablenkspulen 9 sowie weiterer Detektoren 17, 19, 29, 31 auf einen mehrkanaligen Regelkreis für die zweidimensio-

nale Regelung der Brennfleckposition erweitert werden. Entsprechend kann der Regler 23 mehrere Eingänge für Signale von Komparatoren 21 und Sollwerten 25 aufweisen.

- 5 Zu Beginn des Betriebs stellt der Regler 23 einen vorgegebenen Startwert für den Regelparameter ein. Damit ist sichergestellt, dass zu Beginn des Betriebs der Elektronenstrahl 7 in einem Bereich auf die Anode 5 auftrifft, der eine Erfassung durch die Detektoren 17, 19, 29, 31 von Anfang an ermöglicht.
- 10 Ansonsten würde der Regelkreis wegen des Fehlens der Regelgröße nicht arbeiten können. Der Startwert kann abhängig vom Sollwert der Röntgenspannung vorgegeben werden, ohne dass dafür jedoch die Röntgenspannung gemessen werden müsste. Das Vermeiden einer Messung der Röntgenspannung unterbindet Stör-
- 15 pfade von der Röntgenröhre 1 zum Regelkreis sowie Störeinflüsse durch Streukapazitäten und Störinduktivitäten in der Verbindung der beiden.

- Der Startwert für den Regler 23 kann außerdem bei Auftreten
- 20 von Kurzschlüssen in der Röntgenröhre 1 und damit Ausfallen des Elektronenstrahls 7 und des Röntgenstrahls 13 eingestellt werden. Damit ist auch nach Wiederaufnahme des Betriebs im Anschluss an einen Kurzschluss sichergestellt, dass der Regelkreis aktiv werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einstellen der Brennfleckposition (11) einer Röntgenröhre (1)

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Brennfleckposition (11) als Regelgröße durch einen Regelkreis geregelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass in einem ersten Verfahrensschritt ein Brennfleckpositions-Signal gemessen wird, dass in einem zweiten Verfahrensschritt in Abhängigkeit von dem Brennfleckpositions-Signal ein Ablenk-Signal erzeugt wird, und dass in einem dritten Verfahrensschritt ein Ablenk-Mittel (9) zur Ablenkung eines Elektronenstrahls der Röntgenröhre (1) mit dem Ablenk-Signal beaufschlagt wird.

3. Vorrichtung zum Einstellen der Brennfleckposition (11) einer Röntgenröhre (1)

20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass sie einen Regelkreis aufweist, durch den die Brennfleckposition (11) als Regelgröße regelbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Vorrichtung ein Ablenk-Mittel (9) zum Ablenken eines Elektronenstrahls (7) der Röntgenröhre (1) in Abhängigkeit von einem Ablenk-Signal aufweist, eine Ablenk-Regel-Einheit (23) zur Erzeugung des Ablenk-Signals in Abhängigkeit von einem Brennfleckpositions-Signal und ein Mess-Mittel (17, 19, 29, 31) zur Messung eines Brennfleckpositions-Signals, wobei das Ablenk-Mittel (9), die Ablenk-Regel-Einheit (23) und das Mess-Mittel (17, 19, 29, 31) derart miteinander verbunden
35 sind, dass sie einen Regelkreis bilden mit der Brennfleckposition (11) als Regelgröße und dem Ablenk-Signal als Regelparameter.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das Brennfleckpositions-Signal durch das Mess-Mittel (17, 19, 29, 31) ohne Berührung zur Röntgenröhre (1) messbar ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das Brennfleckpositions-Signal durch das Mess-Mittel (17, 19, 29, 31) orts aufgelöst messbar ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4, 5 oder 6

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass durch das Mess-Mittel (17, 19) die Intensität eines von einer Anode (5) der Röntgenröhre (1) abgestrahlten Röntgenstrahls (13) messbar ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das Mess-Mittel (17, 19) derart am Rand eines für den Röntgenstrahl (13) vorgesehenen Strahlengangs angeordnet ist, dass es den Röntgenstrahl (13) in diesem Strahlengang nicht behindert, und dass Abweichungen des Röntgenstrahls (13) von diesem Strahlengang durch das Mess-Mittel (17, 19) als Intensitäts-Änderungen messbar sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 4, 5 oder 6

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass durch das Mess-Mittel (29, 31) die Temperatur einer Anode (5) der Röntgenröhre (1) messbar ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das Mess-Mittel (29, 31) zur Messung der Temperatur eine Infrarot-Kamera (29, 31) aufweist.

Zusammenfassung

Vorrichtung und Verfahren zum Einstellen der Brennfleckposition einer Röntgenröhre

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einstellen der Brennfleckposition (11) einer Röntgenröhre (1). Gemäß der Erfindung wird die Brennfleckposition (11) als Regelgröße durch einen Regelkreis geregelt. Die erfundene Vorrichtung weist dazu ein Ablenk-Mittel (9) zum Ablenken des Elektronenstrahls (7) der Röntgenröhre (1) in Abhängigkeit von einem Ablenk-Signal, eine Ablenk-Regel-Einheit (23) zur Erzeugung des Ablenk-Signals in Abhängigkeit von einem Brennfleckpositions-Signal und ein Mess-Mittel (17, 19, 29, 31) zur Messung eines Brennfleckpositions-Signals. Das Ablenk-Mittel (9), die Ablenk-Regel-Einheit (23) und das Mess-Mittel (17, 19, 29, 31) bilden einen Regelkreis mit der Brennfleckposition (11) als Regelgröße und dem Ablenk-Signal als Regelparameter.

20

FIG 2

